



Трубников Григорий Владимирович
Академик РАН
доктор физико-математических наук
Первый вице-директор Объединенного института ядерных исследований
http://www.jinr.ru/jinr_structure/leaders/trubnikov/
https://ru.wikipedia.org/wiki/Трубников_Григорий_Владимирович

Вопрос для 8-9 классов:

Почему золото золотого цвета, а медь - красная? Могут ли они поменять цвет?



Ответ:

Большинство металлов имеют светло-серый цвет с характерным металлическим блеском. Золото и медь – одни из немногих металлов, имеющих явную цветовую окраску, отличную от серой или серебристой у прочих металлов.

Для начала необходимо вспомнить, что так называемый блеск металлов – это отражение части излучения, падающего на поверхность. Другая часть излучения поглощается материалом (о пропускании света здесь говорить не приходится). То, на каких частотах происходит поглощение света, определяется физическими свойствами материала.

Для начала обсудим, какое излучение падает на поверхность металла. Обычный дневной свет (солнечное излучение) перекрывает весьма широкий спектральный диапазон: от ультрафиолетового излучения до инфракрасного. Фактически, спектр солнечного излучения близок к спектру теплового излучения абсолютно чёрного тела при температуре прикл. 5780 К (рис.1) и описывается формулой Планка. Медный или золотой оттенок, который мы видим, определяется спектром отраженного от поверхности излучения, т.е. тем излучением, которое не поглотилось металлом.

Вот как выглядят спектральные кривые отражения для меди и золота (рис.2). Из данного изображения видно, что отличие в спектре отражения у меди и золота как раз и приводит к тому, что у них разный «цвет». А именно, медь эффективно поглощает падающее излучение с длинами волн вплоть до 580 нм, тогда как золото прекращает поглощать падающее излучение уже примерно при 500 нм. Свет с длинами волн больше, чем 580 нм для человеческого глаза выглядят как красный, ну а свет в диапазоне от 500 до 580 нм представляется зеленовато-желтым (вплоть до оранжевого).

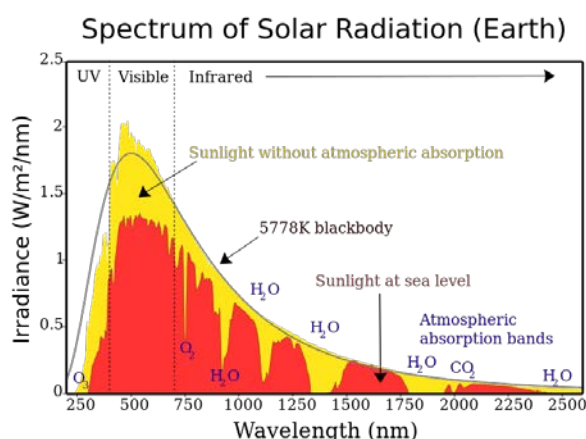


Рисунок 1. Солнечный спектр и спектр абсолютно чёрного тела при T=5778 К
Изображение взято из [источника](#).

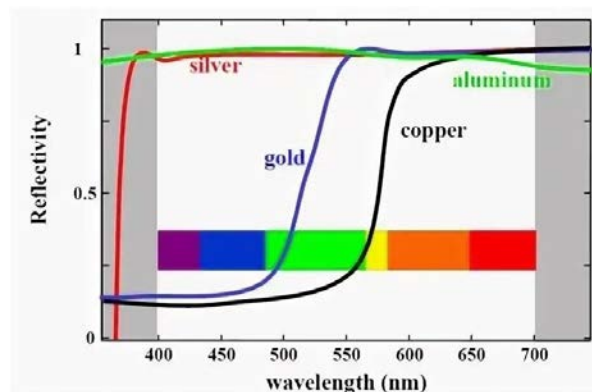


Рисунок 2. Спектры отражения металлов.
Изображение взято из [источника](#).

Чтобы ответить на вопрос о механизме поглощения электромагнитного излучения металлами, наиболее удобно пользоваться зонной теорией (см. https://ru.wikipedia.org/wiki/зонная_теория). Многочисленные уровни энергии, между которыми могут происходить переходы при поглощении фотонов падающего излучения, образуют зону проводимости. Параметры этой зоны обусловлены наличием разрешенных электронных переходов между заполненной третьей и полупустой четвертой атомными орбиталями. Но для золота и меди минимально возможные значения энергии переходов несколько отличаются, что и определяет разные границы в спектрах поглощения, и, как следствие, в спектрах отражения – примерно 500 нм у золота и 580 нм у меди.

Энергии переходов между атомными орбиталями являются индивидуальной характеристикой каждого вещества, поэтому в чистом виде ни золото, ни медь поменять цвет не могут. Добавление к этим металлам других веществ может изменить цвет конечного сплава, но не самого вещества.

Нужно также принять во внимание, что золото и медь по-разному вступают в реакцию с другими веществами, а именно, золото при обычных условиях не окисляется, тогда как медь охотно вступает в реакцию взаимодействия и окисляется, что также приводит к образованию тонкой пленки на поверхности меди и меняет её отражательные характеристики.